Elektronica en Telecommunicatie **12**

Gemeenschappelijke publikatie van de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het KIvI en het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.

Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

53.087:621.39

Alfanumerieke displays met gasontladingen, lichtgevende diodes en vloeibare kristallen



door ir. J. H. J. Lorteye, Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven

Synopsis: *Alpha-numeric displays with gasdischarges, light emitting diodes and liquid crystals.*
For alpha-numeric displays the applications have increased tremendously during the last few years; such displays are used e.g., in computers and precision measuring apparatus such as digital voltmeters and frequency counters. Often the number of digits of the display determines the accuracy of the output of these instruments.

Some physical aspects of gasdischarge, light-emitting-diode and liquid-crystal displays, and their consequences for the construction and driving of alpha-numeric displays, are discussed.

Inleiding

Alfanumerieke displays dienen voor het weergeven van cijfers, letters en leestekens. Het gebruik van deze displays is de laatste jaren sterk toegenomen; bijv. voor toepassingen in rekenmachines en in precisie-meetinstrumenten zoals digitale voltmeters en frequentiemeters. De nauwkeurigheid van deze apparaten komt meestal overeen met het aantal cijferplaatsen van het display.

De weer te geven symbolen kunnen op drie manieren worden gevormd (fig. 1) d.m.v.:
- voorgevormde karakters (fig. 1a);
- segmenten (fig. 1b);
- punten in een matrix (fig. 1c).

Bij de eerste methode worden een aantal voorgevormde elektroden achter elkaar geplaatst; door bekrachtiging van één van deze elektroden zal het bijbehorende karakter oplichten en zichtbaar worden. Door de verminderde zichtbaarheid van de achterste symbolen is deze methode slechts geschikt voor een klein aantal symbolen, zoals de cijfers 0 tot en met 9.

Vormen wij de weer te geven karakters m.b.v. segmenten, dan hebben wij voor numerieke displays 7 segmenten en voor alfanumerieke displays 14 segmenten nodig. Bij weergave van karakters d.m.v. punten in een matrix hebben wij voor numerieke displays een 3×5 matrix en voor alfanumerieke displays een 5×7 matrix nodig.

Door de symbolen uit een groter aantal elementen op te bouwen wordt de leesbaarheid vergroot. Echter, als bij een klein aantal elementen één element uitvalt, kunnen wij een verkeerd karakter aflezen (bijv. 8 wordt 0). De constructie en de besturing van de display-elementen is echter gecompliceerder voor matrix-displays dan voor segmenten-displays.

Voor het weergeven van alfanumerieke informatie worden in het volgende drie display-media behandeld, nl. gasontladingen, lichtgevende diodes en vloeibare kristallen. De stormachtige ontwikkeling van deze displays gedurende de laatste jaren kan aan de hand van een historisch overzicht worden gedemonstreerd. In 1955 kwamen voor het eerst cijfer-indicatie buizen met gasontladingen op de markt, in 1968 gevolgd door alfanumerieke displays met lichtgevende diodes en in 1971 door 7-segment numerieke displays met vloeibare kristallen.

Aan de hand van de fysische eigenschappen van deze drie display-media zullen wij de consequenties nagaan die uit deze eigenschappen volgen voor de constructie en voor de besturing van deze displays; tot slot zullen wij de voor- en nadelen van deze display-media tegen elkaar afwegen.

Gasontladingen

Bij gasontladingsdisplays wordt gebruik gemaakt van het negatieve glimlicht rondom het kathode-oppervlak. Het display bestaat uit een met verdund edelgas (neon, argon) gevulde buis,

Voordracht, gehouden op donderdag 27 april 1972 in de T.H. Delft, Afdeling der Elektrotechniek, tijdens een gezamenlijke werkvergadering van het NERG en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het KIvI.

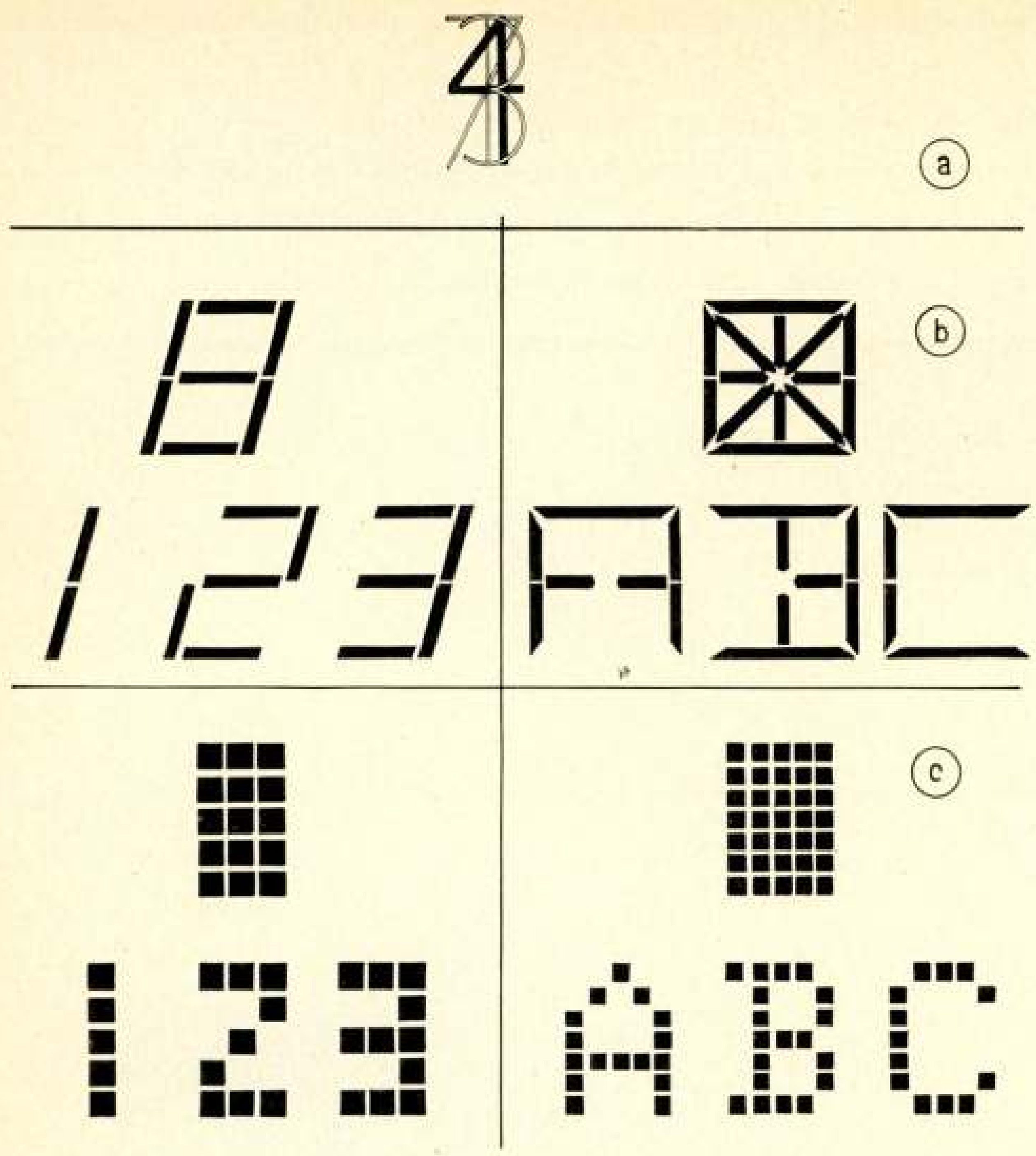


Fig. 1. Enkele karaktervormen die bij alfanumerieke displays worden gebruikt.

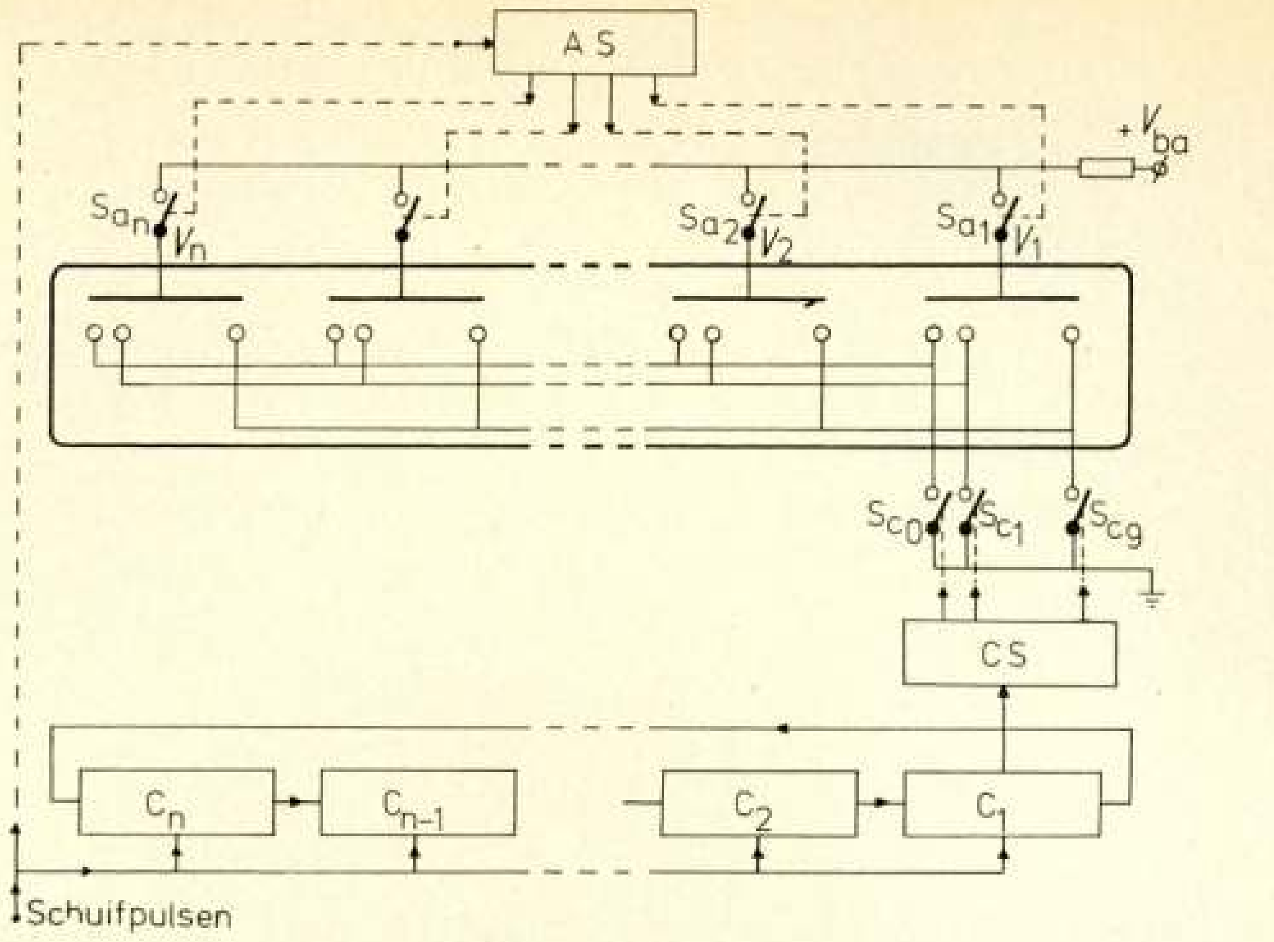


Fig. 2. Blokschema voor de dynamische sturing van een register van cijfer-indicatiebuizen.

waarin op korte afstand van elkaar een anode en een kathode zijn ondergebracht. Als wij een positieve anodespanning, aangebracht tussen anode en kathode, verhogen, zal bij ca. 170 V de gasontlading ontsteken, d.w.z. de spanning is dan zo hoog geworden, dat het edelgas ioniseert en een stroom van anode naar kathode vloeit. Het geïoniseerde gas rondom de kathode zendt het zgn. negatieve glimlicht uit.

Daar de stationaire brandspanning ca. 50 V lager is dan de ontsteekspanning van 170 V, moeten wij er voor zorgen dat deze spanningsval in een stroombegrenzende serieweerstand of in een stroombron wordt opgevangen. Verlagen wij de anode-kathode spanning beneden de doofspanning van ca. 120 V, dan stopt de gasontlading en gaat het glimlicht uit.

De in 1955 op de markt gebrachte cijferindicatie-buizen werken volgens dit principe. De tien kathodedraden hebben de vorm van één van de cijfers 0 t/m 9; zij worden zodanig in een pakketje achter elkaar gezet dat elke draad vanaf de voorkant zichtbaar is; het gaas rondom dit pakketje van 10 kathodes fungeert als anode. Voor elke buis hebben wij 11 aansluitdraden nodig. Bij het weergeven van een register van bijv. 14 cijfers kunnen wij d.m.v. een dynamische sturing het aantal toevoerdraden aanzienlijk reduceren; hierbij worden de cijfers niet tegelijkertijd, maar na elkaar bekrachtigd. Een uitvoeringsvorm van de registerbuis en een blokschema van de bijbehorende besturing is in fig. 2 weergegeven. De kathodes met hetzelfde cijfer worden onderling doorverbonden en als één draad uitgevoerd; voor een register van 14 cijfers (dat 140 kathoden en 14 anoden zou bevatten) wordt aldus het aantal aansluitingen van 154 naar 24 teruggebracht.

Wij zullen nu nagaan welke consequenties deze constructie heeft voor de sturing van het display. Wij nemen aan dat de informatie voor de 14 cijfers op de juiste plaats in het kathode-schuifregister C_1 ......C_n is opgeslagen. Tijdens de eerste schuifpuls wordt de anode van het laatste cijfer d.m.v. het anode selectie-circuit AS bekrachtigd. Op deze plaats zal dat cijfer oplichten waarvan de kathode via het kathode selectie-circuit CS en overeenkomend met de informatie in het schuifregister C_1 wordt bekrachtigd. Gedurende deze puls zijn de overige 13 anodes niet bekrachtigd; zodoende kunnen de wèl gestuurde kathodes in deze pakketjes niet oplichten. Bij de volgende puls zal de informatie in het kathodeschuifregister een plaats naar rechts opschuiven; de kathode-selectie-schakeling bekrachtigt dié kathode die overeenkomt met het voorlaatste cijfer. Tegelijkertijd is de anodeselectie een plaats naar links opgeschoven en gaat de geselecteerde kathode ook inderdaad op de op een na laatste plaats oplichten.

Op deze wijze worden alle 14 cijfers achtereenvolgens bekrachtigd. Een bepaald cijfer wordt slechts gedurende $\frac{1}{14}$de deel van de tijd bekrachtigd; dit reduceert de helderheid van het cijfer. De remedie hiertegen is de piekstroom door de kathode 14 maal groter dan de stationaire stroom te nemen: deze hoge intensiteit gedurende een korte tijd neemt het oog als een goede gemiddelde helderheid waar.

Enkele nadelen van deze registerbuis zijn:

- Cijfers verspringen van voren naar achteren in het pakketje als de informatie verandert.
- De hoek waaronder het display zichtbaar is bedraagt maximaal 45° vanaf de normaal op het oppervlak.
- Zichtbaarheid van de achterste cijfers wordt belemmerd door de voorliggende kathodedraden.
- Hoge anode en kathode selectiespanningen van ca. 70 V.

Om deze nadelen te elimineren is een 7-segment gasontladingsdisplay ontwikkeld: in deze platte registerbuis (fig. 3) bevat elke cijferplaats 7 segmenten. Ook hierbij zijn de overeenkomstige segmenten van elk cijfer onderling doorverbonden en naar buiten uitgevoerd. Bij de dynamische sturing van deze buis wordt dus niet één kathode geselecteerd, maar een aantal segmenten die als kathode fungeren en die samen het gewenste karakter vormen. Dit cijfer gaat oplichten op de plaats in het register, die door de anode-selector wordt bekrachtigd.

Bij dit platte meer-cijferige display is men er in geslaagd, de benodigde anode- en kathode-selectiespanningen kleiner dan 25 V te maken, zodat zowel de anode- als kathode-selectie door geïntegreerde circuits bedreven kan worden. Om dit te bereiken wordt de cijferplaats niet via de anode-spanning geselecteerd, maar m.b.v. een korte schakelpuls van 25 V òp de ingebouwde trigger-elektrode, waarna de onder gelijkspanning

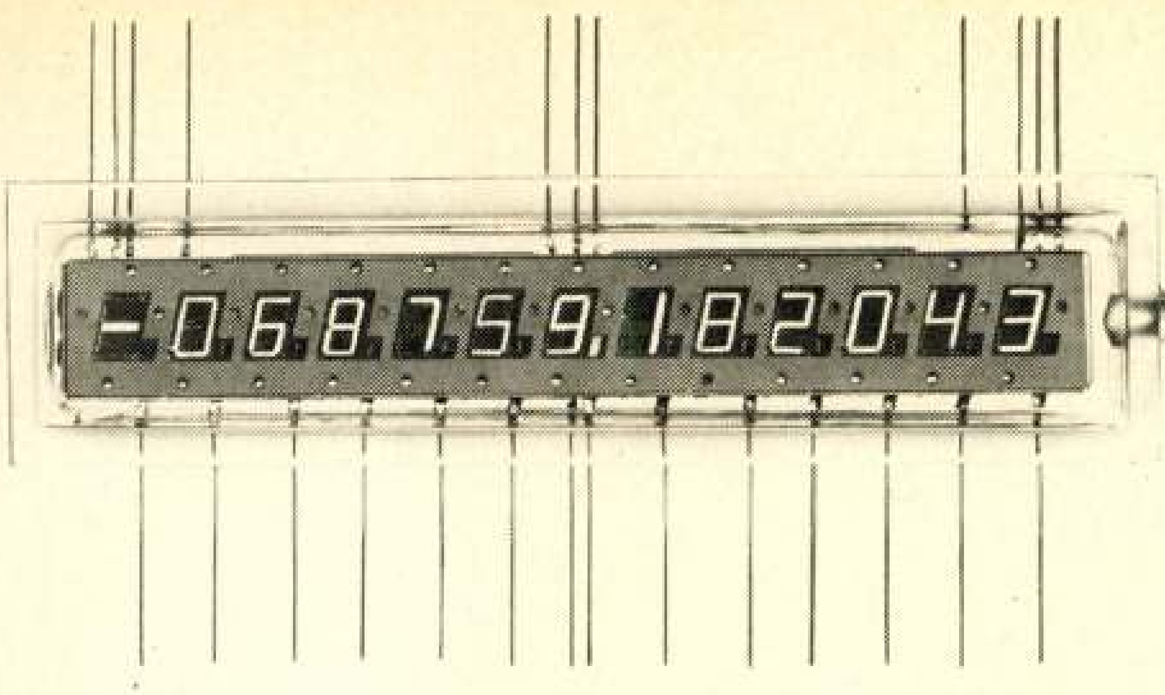


Fig. 3. 7-Segment registerbuis met gasontladingen (ZM 1400).

staande gemeenschappelijke anode de gasontlading overneemt. Bij het selecteren van de volgende cijferplaats wordt de anodespanning even te voren verlaagd tot beneden de doofspanning, waardoor de gasontlading dooft. Omdat de anodespanning nu de cijferplaats niet meer selecteert kunnen alle anodes onderling doorverbonden worden.

Op de hierboven beschreven wijze kunnen wij numerieke informatie weergeven met voorgevormde kathodedraden en met 7-segment-cijfers. Voor het weergeven van alfanumerieke informatie gebruiken we een matrix paneel [1, 2]; dit is als volgt geconstrueerd (fig. 4): een isolerende plaat met een matrix van gaatjes wordt aan de voor- en achterkant voorzien van onderling loodrechte elektroden. Dit geheel wordt tussen twee glasplaten gasdicht opgesloten, vacuüm gepompt en met edelgas gevuld. Een glimlicht kunnen wij in een bepaald gat opwekken door op de anodedraad een positieve spanning en op de kathodedraad een negatieve spanning te zetten, zodanig, dat het spanningsverschil over de cel groter is dan de ontsteekspanning. Aangezien de horizontale kathodedraden en de verticale anodedraden m.b.v. elektronische schakelaars (transistors) worden geselecteerd, kiezen wij de anode- en kathode-schakelspanningen zo laag mogelijk. Dit kan men als volgt doen: tussen de anode- en kathodedraden wordt een voorspanning van ca. 120 V gezet; deze spanning is lager dan de doofspanning, dientengevolge zijn alle puntjes gedoofd. Zetten wij een negatieve puls van ca. 70 V op de gewenste horizontale kathodedraad, dan is de spanning voor deze lijn nog steeds beneden de ontsteekspanning; er wordt dan geen licht uitgezonden. Zetten wij tegelijkertijd op sommige verticale anodedraden een positieve puls van ca. 70 V, dan wordt de spanning op de geselecteerde kruispunten 260 V; het glimlicht wordt ontstoken. Wij hebben op deze manier lijnscan verkregen, d.w.z., de punten op eenzelfde horizontale lijn worden gelijktijdig geselecteerd. Volgens deze technologie kunnen panelen van allerlei afmetingen (zoals 5 × 7, 8 × 100 of 100 × 100 matrix-panelen) worden gemaakt.

Het blokschema van de sturing voor een 100 × 100 matrixpaneel is in fig. 5 weergegeven; hierop kunnen 12 regels met 16 karakters zichtbaar worden gemaakt. De informatie uit een computer of toetsenbord wordt in 12 regels van het buffergeheugen opgeslagen. De informatie van deze regels wordt in serie aan de karakter-generator aangeboden en in een 5 × 7 karakter omgezet. De vijf uitgangen van de karakter-generator worden in serie in het 80-bits-schuifregister ingeschreven; elke positie van dit schuifregister bestuurt een anode-drijver-circuit, dat met een verticale anodelijn van het paneel is verbonden. Op de horizontale lijn van het paneel die door de 84-teller via één van de horizontale kathode-drijvers is geselecteerd, wordt gedurende de lijntijd (die bepaald wordt door de monostabiele flip-flop MS) de informatie van het 80-bits-schuifregister zichtbaar gemaakt; alsdan wordt de klok tijdelijk gestopt. Op deze wijze wordt het gehele paneel lijn voor lijn geselecteerd, terwijl de karakter-generator ervoor zorgt dat de informatie van het 80 bits-anode schuifregister overeenstemt met de weer te geven informatie van het buffergeheugen.

De synchronisatie voor deze blokken wordt verkregen door delers en tellers en door de monostabiele flip-flop; zij is schematisch binnen de stippellijn weergegeven.

In fig. 6 is een gedeelte van een experimenteel datapaneel voor 12 × 16 karakters weergegeven, waarop acht regels zijn bekrachtigd.

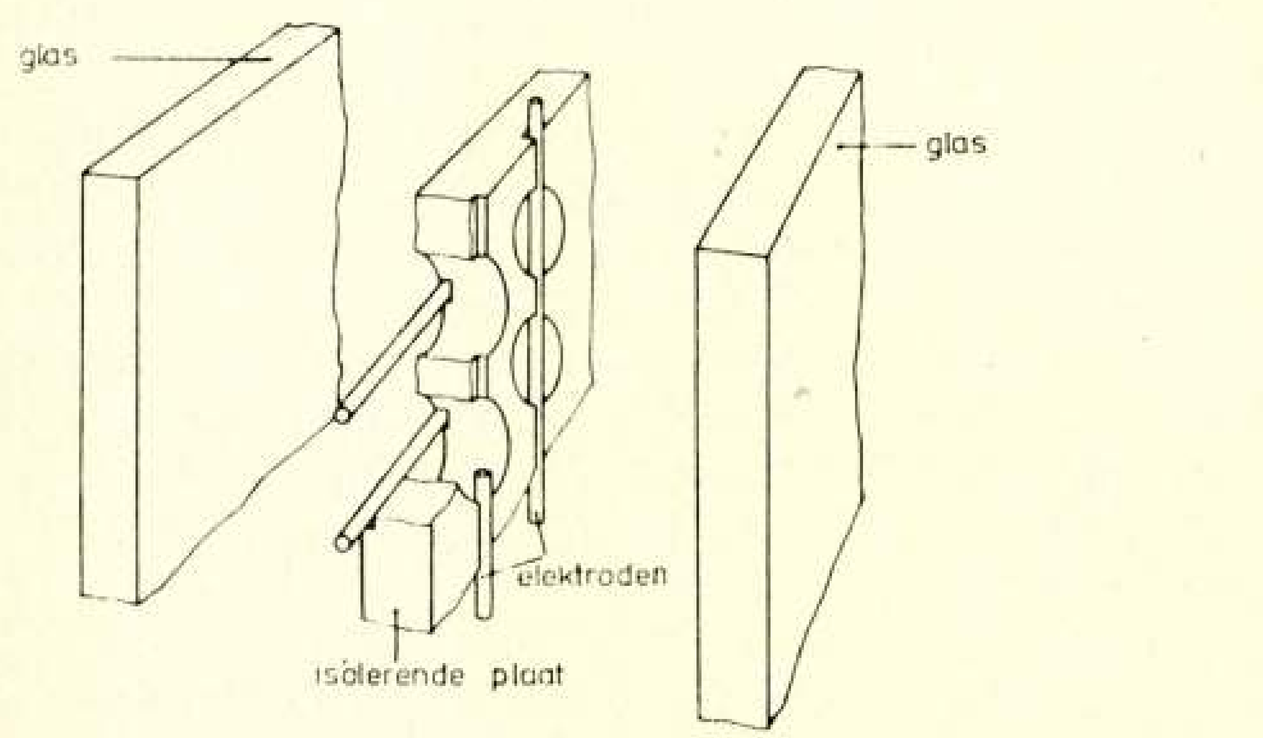


Fig. 4. Constructie van een matrix paneel met gasontladingen. Representatieve maten zijn gatdiameter 1 mm, hartafstand van de gaatjes 1,25 mm, dikte van de isolerende tussenplaat 0,6 mm.

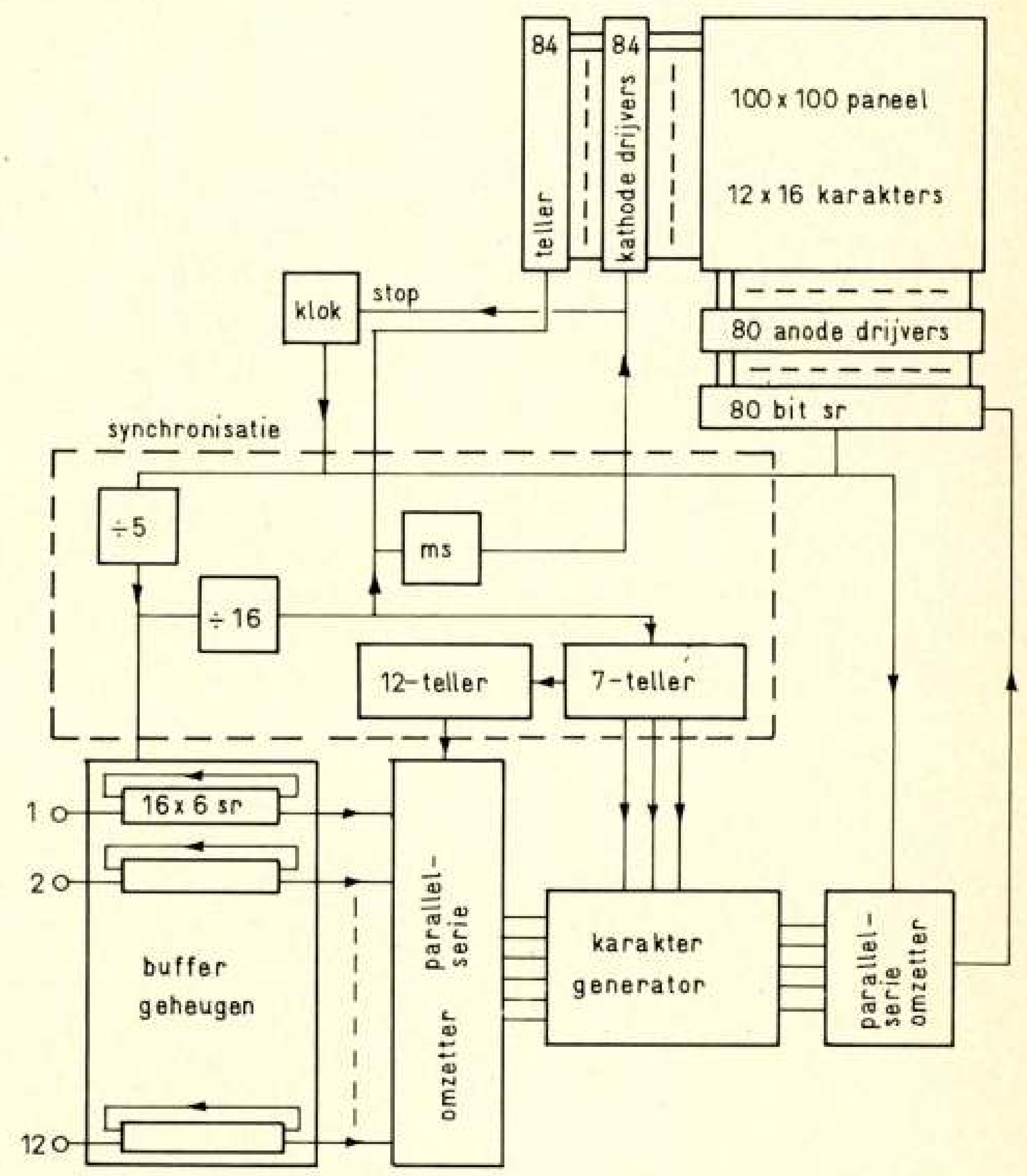


Fig. 5. Blokschema voor een dynamische lijnscan-sturing voor een 100 × 100 paneel.

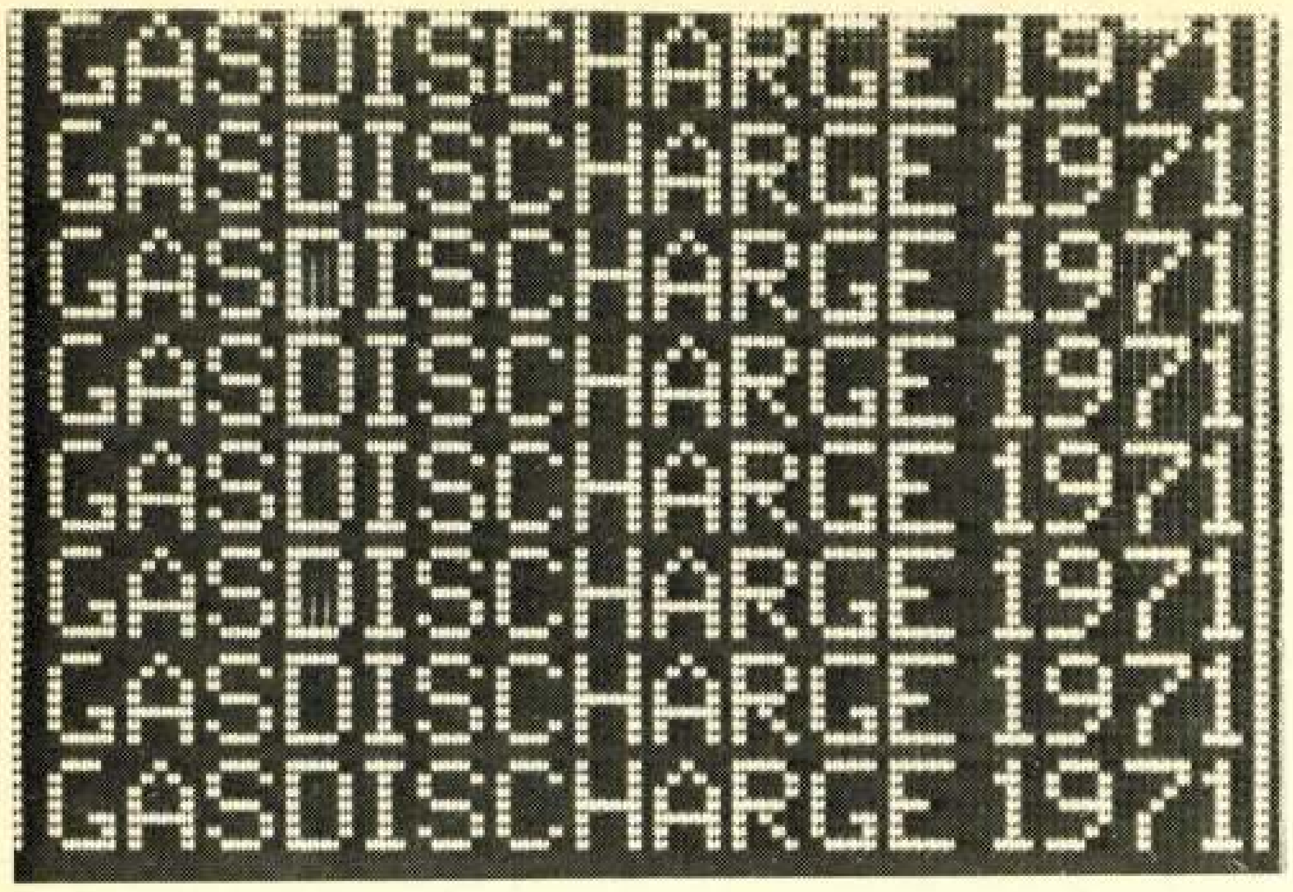


Fig. 6. Experimenteel 12 × 16-karakter alfanumeriek data-paneel.

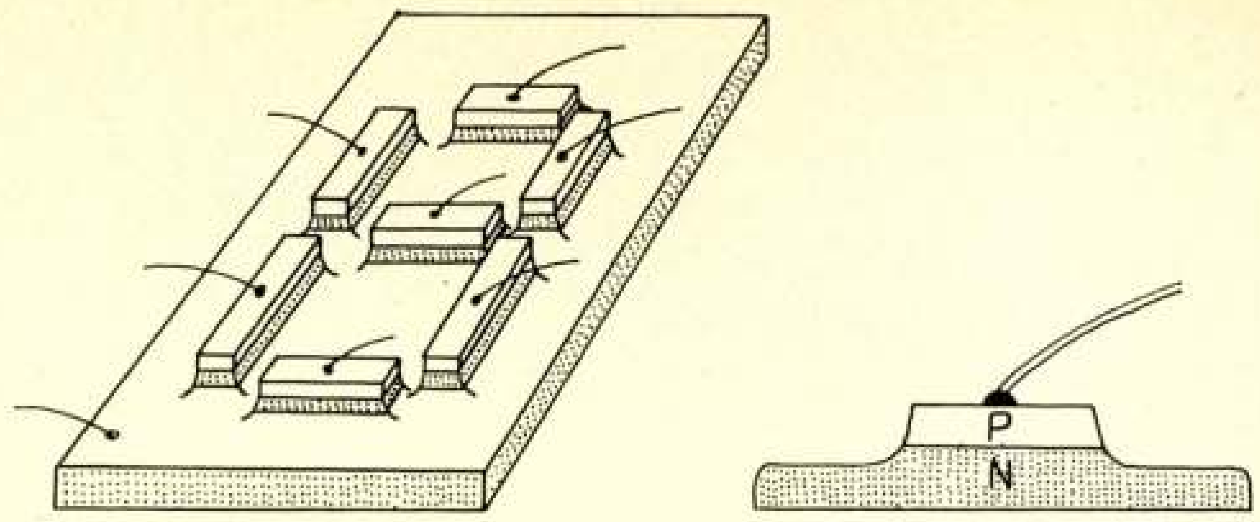


Fig. 8. Monolytisch GaAsP 7-segment display.

Lichtgevende diodes

In dit hoofdstuk zullen wij een 'vaste-stof display', opgebouwd uit een aantal lichtgevende diodes, nader beschouwen. Als wij door een PN-diode in de voorwaartsrichting stroom sturen, zal er rondom de PN-overgang recombinatie optreden; d.w.z. elektronen in de geleidingsband vallen terug naar gaten in de valentieband, al dan niet via tussenliggende centra. Dit terugvallen kan gepaard gaan met het uitzenden van elektromagnetische straling [3]; dit kunnen wij het beste illustreren aan de hand van de twee bandenplaatjes in fig. 7. Links is de evenwichtstoestand getekend waarbij geen spanning over de PN-diode is aangelegd. In het N-gebied bevinden zich een groot aantal elektronen in de geleidingsband; in het P-gebied zijn enkele thermisch gegenereerde gaten in de valentieband aanwezig. De inwendige potentiaaldrempel is zo groot dat de elektronen in de geleidingsband niet van het N-gebied in het P-gebied diffunderen; dit geldt ook voor de gaten in de valentieband die niet van het P-gebied naar het N-gebied kunnen diffunderen. Door het aanleggen van een uitwendige batterijspanning van ca. 1,7 V wordt de inwendige potentiaaldrempel zoveel verlaagd, dat nu *wel* een elektronen- en een gatenstroom over de PN-junctie optreedt. De elektronen in het P-gebied en de gaten in het N-gebied zullen snel recombineren met de overmaat aanwezige vrije gaten in het P-gebied, resp. vrije elektronen in het N-gebied; deze recombinatie, die met pijltjes in fig. 7 is weergegeven, kan met lichtuitzending gepaard gaan. De frequentie van de straling hangt af van de bandafstand E_g tussen geleidings- en valentieband: willen wij rood licht hebben, dan moet de bandafstand minimaal 1,9 eV zijn. Om andere zichtbare kleuren te krijgen moet de bandafstand nog groter zijn; dit betekent dat

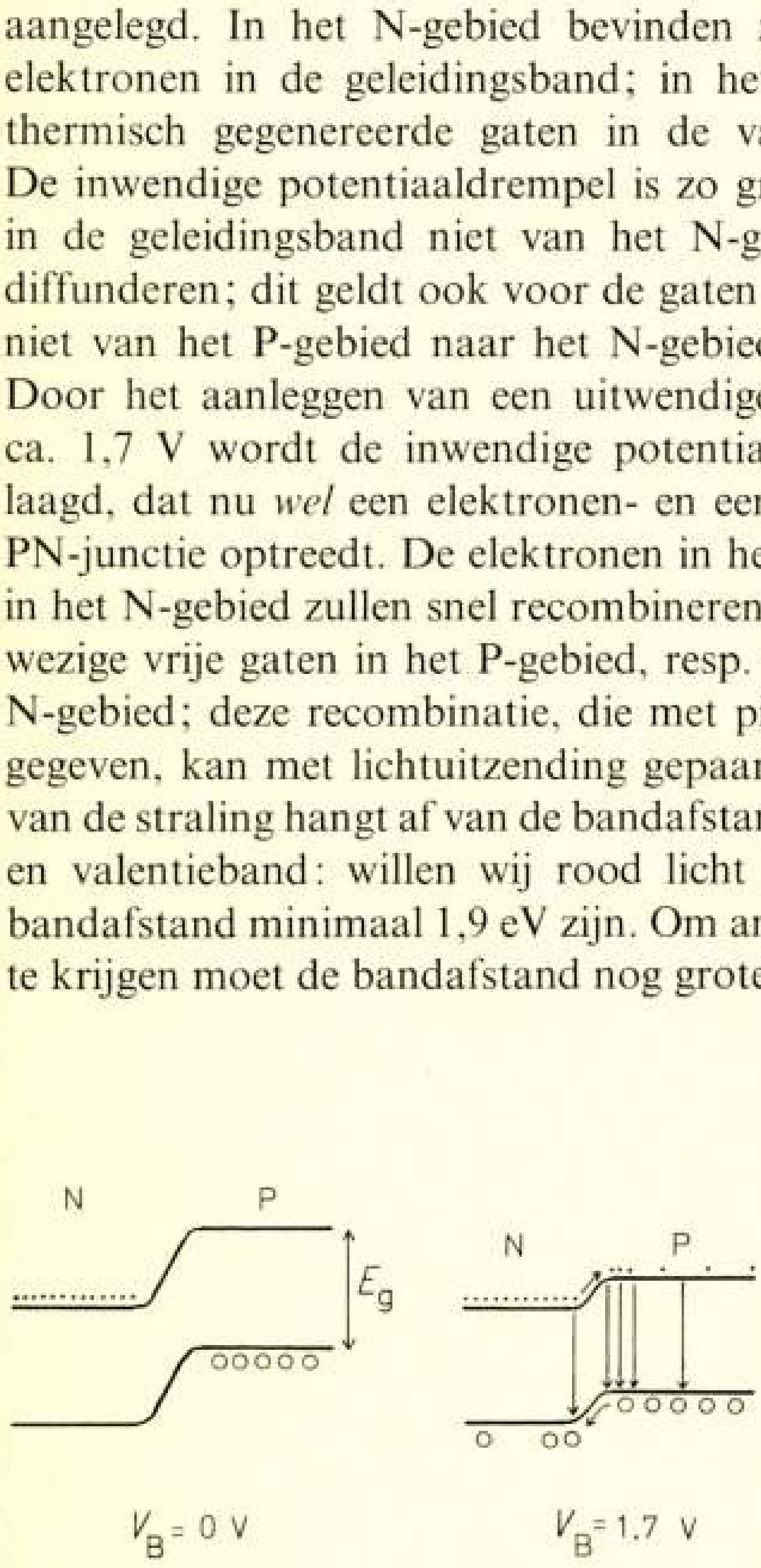


Fig. 7. Bandenplaatje van een PN-diode in de evenwichtstoestand (a) en met een aangelegde spanning in de voorwaartsrichting (b).

wij de meest gebruikte halfgeleiders germanium en silicium, met bandafstanden resp. van 0,7 en 1,1 eV, niet kunnen gebruiken en wij onze toevlucht moeten nemen tot bijv. de III-V-verbindingen. Voorbeelden hiervan zijn galliumfosfide GaP met een bandafstand van 2,3 eV en galliumarsenidefosfide GaAsP met bandafstanden tussen 1,45 en 2,3 eV, afhankelijk van de mengverhouding tussen arseen en fosfor.

De technologie voor het bereiden van diodes van deze stoffen is analoog aan die van silicium-diodes. Wij gaan uit van GaAsP, dat N-type is gemaakt door toevoeging van zwavel of tellurium. Hierop wordt epitactisch een zeer dun laagje P-type GaAsP aangebracht (gedoopt met zink of cadmium); daarna wordt het gewenste segmentenpatroon in het materiaal geëtst en worden de contacten aangebracht (fig. 8). Op deze wijze is het mogelijk, een monolytisch display op een plakje GaAsP te maken; de afmetingen van het kristal bedragen in de praktijk maximaal 3 × 4 mm. Voor grotere cijfervormen worden losse PN-diodes in de gewenste vorm op een substraat aangebracht; zodoende krijgen wij een hybride display. Het stroomverbruik van de diode hangt lineair af van het oppervlak van de segmenten: voor bestaande monolytische displays met een cijferhoogte van 3 mm bedraagt het stroomverbruik 5 mA per segment; voor hybride displays met een cijferhoogte van 6 mm is een stroom van 20 mA per segment vereist. Voor alfanumerieke informatie kan men een hybride 5 × 7 matrix met afzonderlijke diodes gebruiken, waarvan de cijferhoogte 8 mm is en de stroom per diode 10 mA bedraagt.

Wij hebben gezien dat de stuurspanning over de diode 1,7 V bedraagt. Daar de niet-lineaire diodekarakteristiek nog niet reproduceerbaar genoeg gemaakt kan worden voor spanningssturing moeten wij, om een gelijkmatige lichtopbrengst te krijgen, alle segmenten met dezelfde stroom sturen. Deze stroombron kunnen wij met behulp van een serieweerstand maken van bijv. een 5 volts spanningsbron; met deze 5 V zijn wij tevens beland bij de uitgangsspanningen van de bipolaire geïntegreerde circuits die goed als stuurschakeling voor lichtgevende diodes gebruikt kunnen worden. De noodzaak, een stroombron te gebruiken heeft helaas tot gevolg dat de vermogensdissipatie in de serieweerstand ca. 2 maal de dissipatie van het segment zelf is: per cijfer van 7 segmenten is bijv. de dissipatie 175 mW, waarvan 60 mW in het display zelf.

Wat de sturing van een register met verscheidene cijfers betreft kunnen wij het volgende opmerken: aangezien wij hier te maken hebben met diodes, kan de stroom maar in één richting door het element stromen en wel van de anode naar de gemeenschappelijke kathode. Hierdoor kunnen wij een register van lichtgevende diodes dynamisch sturen (fig. 9); de overeenkomstige anodesegmenten zijn met elkaar doorverbonden, een aantal hiervan wordt – al naar gelang het weer te geven cijfer –

bekrachtigd. De plaats waar het gewenste cijfer gaat oplichten wordt bepaald door het kathode-selectie-circuit CS; de besturing is in principe analoog aan die voor een register van gasontladings-indicatiebuizen als aangegeven in fig. 2.

Het maximale aantal cijfers dat in een register van lichtgevende diodes dynamisch gestuurd kan worden zonder verlies van helderheid, wordt bepaald door de verhouding van de toelaatbare piekstroom waarbij de helderheid nog evenredig met de stroom toeneemt en de gemiddelde stroom per segment. Voor bestaande GaAsP-diodes zijn deze stromen resp. 30 en 5 mA per segment, zodat wij een register van 6 cijfers nog zonder verlies van helderheid dynamisch kunnen sturen.

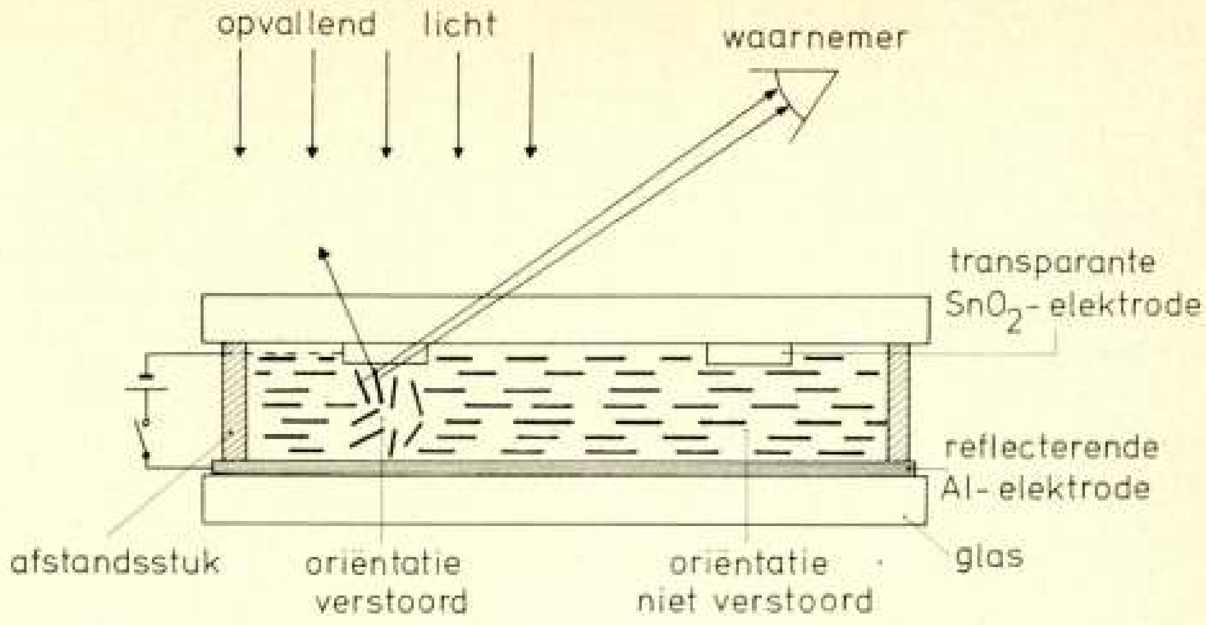


Fig. 10. Constructie van een nematisch vloeibare-kristallen display-cel.

Vloeibare kristallen

De hiervóór besproken displays met gasontladingen en lichtgevende diodes zijn beide actieve displays, d.w.z., zij genereren licht uit elektrische energie. Het display-medium *vloeibare kristallen*, dat nu aan de orde wordt gesteld, is passief; het verstrooit alleen het aanwezige omgevingslicht. Ten aanzien van actieve en passieve displays kan worden opgemerkt dat *actieve* displays goed zichtbaar zijn in een donkere omgeving en dat de zichtbaarheid afneemt bij toenemend omgevingslicht; bij *passieve* display neemt de zichtbaarheid toe met toenemend omgevingslicht. Passieve displays genereren zelf geen licht; het energieverbruik is daardoor enkele grootte-ordes lager dan dat voor actieve displays. Ook is het mogelijk om achter het passieve display een lamp te monteren, waardoor wij een pseudo-actief display krijgen.

Wij zullen nu enkele fysische aspecten van vloeibare kristallen nader beschouwen [1, 4]. Sommige organische stoffen bezitten, naast een stabiele vaste, vloeibare en gasvormige aggregatietoestand nog een vierde fase, de zgn. vloeibare kristallijne fase in een temperatuurgebied, begrensd door het smeltpunt en het overgangspunt. In deze fase blijven bepaalde karakteristieke eigenschappen van de vaste stof (zoals dubbele breking t.g.v. een zekere ordening van de moleculen) gehandhaafd, terwijl de stof zich macroscopisch als vloeistof gedraagt. Het temperatuurtraject, waarin deze vloeibaar kristallijne fase stabiel is, hebben wij het liefst rond kamertemperatuur: op het ogenblik zijn stoffen gesynthetiseerd waarvan het temperatuurtraject van de vloeibaar kristallijne fase tussen bijv. -15 °C en $+55$ °C ligt.

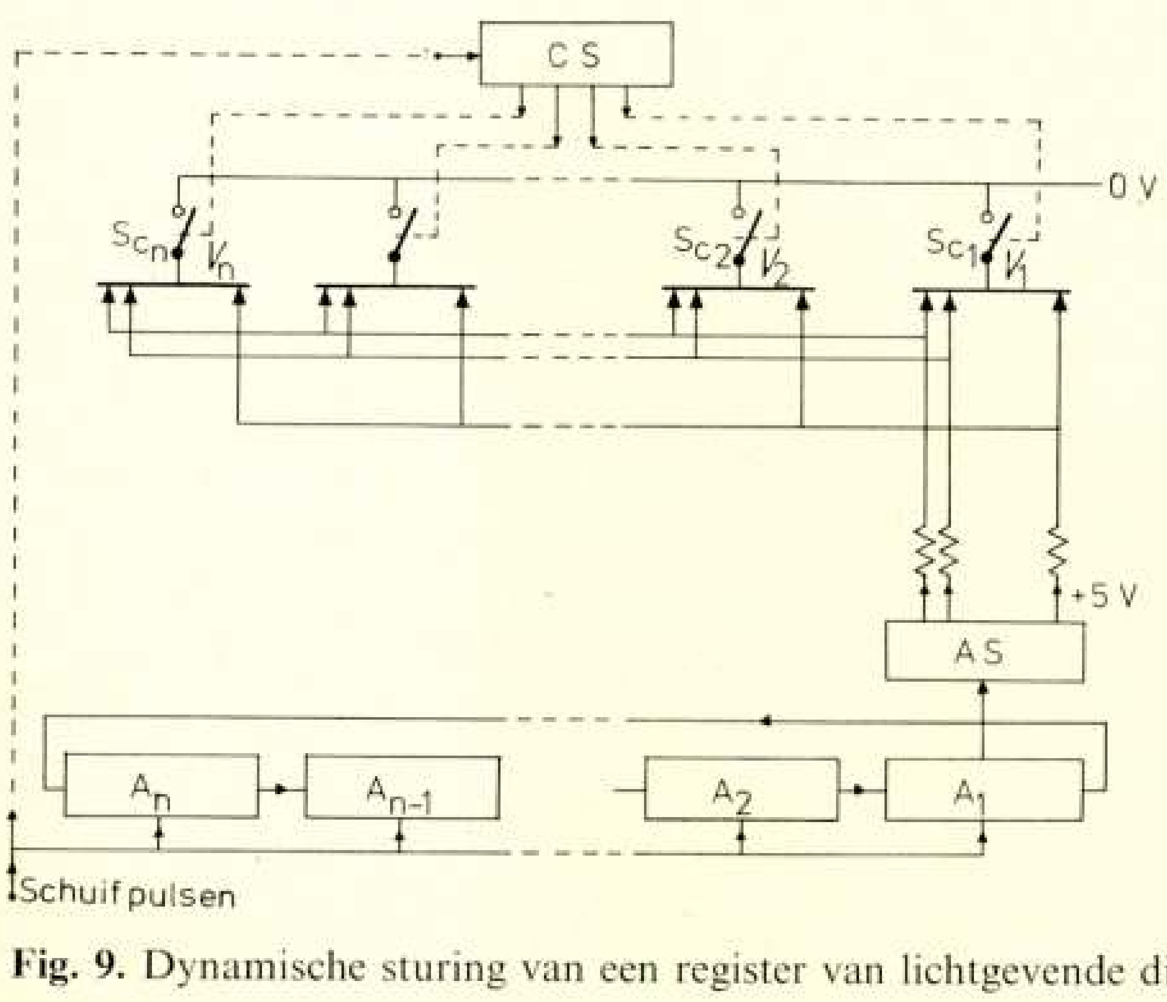


Fig. 9. Dynamische sturing van een register van lichtgevende diodes.

Van de drie soorten vloeibare kristallen (cholesterische, smectische en nematische) komen momenteel de nematische vloeibare kristallen het meest voor gebruik in aanmerking. In ons betoog zullen wij ons tot toepassingen van dit soort vloeibare kristallen beperken. De constructie van een display met vloeibare kristallen is in fig. 10 weergegeven: tussen twee glasplaten die met een 'spacer' op een afstand van ca. 20 μm worden gehouden (waarop aan de binnenkant elektrodes zijn aangebracht) bevindt zich het vloeibare kristal. De langwerpige moleculen, die hier als streepjes zijn weergegeven, worden langs het glasoppervlak gericht; het opvallende licht gaat ongehinderd door het transparante vloeibare kristal laagje, het wordt gereflecteerd, maar het wordt niet door het oog waargenomen. Zetten wij vervolgens lokaal een elektrische spanning van ca. 20 V over het vloeibare kristal, dan raakt hier het vloeibare kristal in een turbulente stroming als gevolg van in een elektrisch veld bewegende ladingsdragers. Het opvallende licht wordt als gevolg van de turbulenties verstrooid ('dynamic scattering'); een gedeelte van dit verstrooide licht valt in het oog van de waarnemer.

De vermogensdissipatie van dit display, waarbij het licht wordt gemoduleerd , is ca. 20 $\mu W/cm^2$ bij een aangelegde spanning van 20 V; deze lage dissipatie maakt dit display-medium zeer goed geschikt voor batterij-gevoede apparaten.

Bij het ontwerpen van stuurschakelingen voor vloeibare-kristallen-displays zijn de volgende punten van belang:

- Door de geringe energiedissipatie en de lage spanning is dit medium goed geschikt voor besturing door geïntegreerde circuits.
- Met een laagfrequentie-wisselstroom door het display kan men een levensduur van meer dan 10 000 uur bereiken: een gelijkstroom veroorzaakt elektrolyse-verschijnselen zoals ontleding van het vloeibare kristal en aantasting van de elektrodes.
- Het contrast (dit is de verhouding van de lichtsterkte bij wel en niet bekrachtigd display) hangt af van de aangelegde spanning. Boven een drempelspanning van ca. 8 V neemt het contrast langzaam toe; het bereikt een verzadigingswaarde bij ca. 20 V. Bij crossbar-besturing, waarbij een spanning, gelijk aan tweemaal de drempelspanning, over de display-cel wordt aangelegd, wordt hierdoor het maximale contrast niet bereikt.
- Bij een dynamisch gestuurd display is de duty-cycle kleiner dan 1. De bijbehorende teruggang in helderheid moet gecompenseerd worden door een verhoging van de piekstroom. Bij vloeibare kristallen geeft een extra hoge spanning echter geen toeneming van het contrast; dit beperkt de dynamische sturing tot 2 à 3 cijfers.

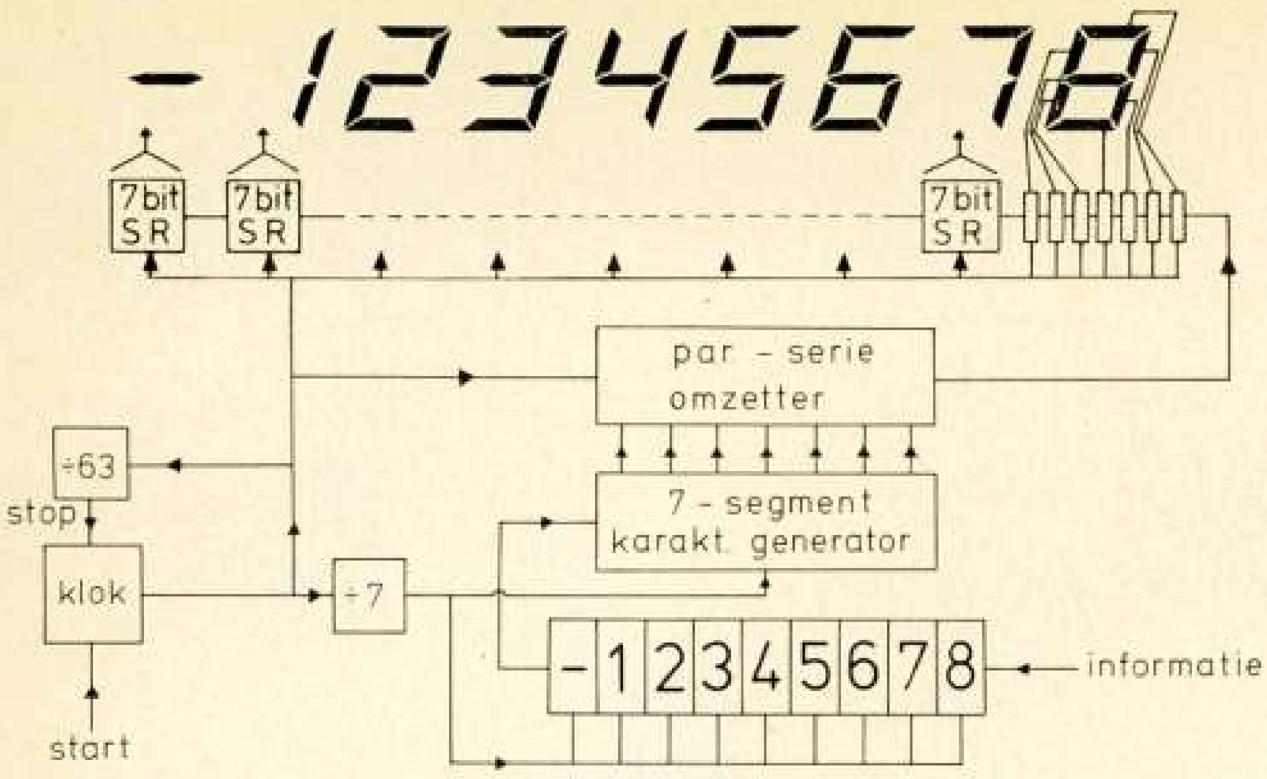


Fig. 11. Blokschema van de statische sturing van een register van 7-segment vloeibare-kristallen display, waarbij elk segment met een uitgang van een schuifregister is verbonden.

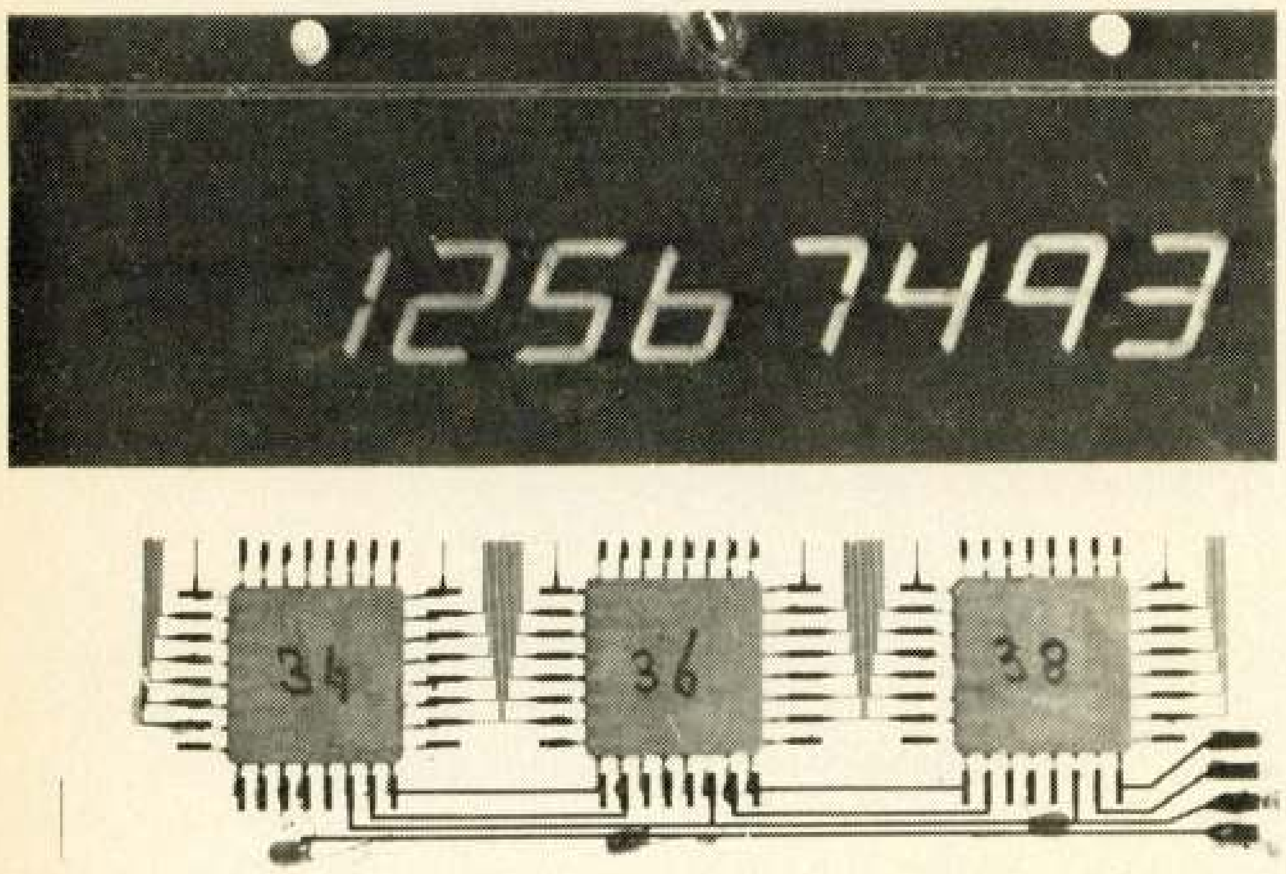


Fig. 12. Opstelling van een vloeibare-kristallen display, waarbij 3 in serie geschakelde geïntegreerde schuifregistercircuits met het display op dezelfde glasplaat zijn aangebracht.

In verschillende laboratoria wordt op het ogenblik onderzocht hoe deze problemen rond de dynamische sturing opgelost kunnen worden. Door gebruik te maken van een buffergeheugen, waarin de informatie is opgeslagen, kunnen wij de bovengenoemde problemen omzeilen. Het blokschema voor de statische besturing van een register met 9 cijfers, bestaande uit 7 segmenten, is in fig. 11 weergegeven: elk segment van het display is met een bit van het 63-bits-schuifregister verbonden. Door middel van een pulstrein van 63 pulsen wordt de gewenste informatie van het input-register via een 7-segmenten-karaktergenerator en een parallel-naar-serie-converter in het schuifregister ingeschoven; zij blijft daar staan totdat na verloop van tijd nieuwe informatie wordt aangeboden en d.m.v. 63 klokpulsen in het display zichtbaar wordt gemaakt. Op deze manier wordt het display statisch gestuurd; daardoor krijgen wij maximaal contrast.

Met behulp van speciale verbindingstechnieken zoals 'beam leads' of soldeerbolletjes is het mogelijk om het geïntegreerde 63-bits-schuifregister direct op de displayplaat aan te brengen. Hierdoor wordt het aantal toevoerdraden van 63 gereduceerd tot 4 draden voor de invoer van de informatie, de klokpuls en de 2 voedingsdraden voor het geïntegreerde circuit. In fig. 12 is hiervan een uitvoeringsvorm gegeven waarbij het 63-bits-schuifregister in 3 in serie geschakelde IC's is ondergebracht.

Samenvatting

In tabel 1 zijn de belangrijkste karakteristieke eigenschappen van de 3 behandelde display-media naast elkaar weergegeven.

Tabel 1. Vergelijking der belangrijkste karakteristieke eigenschappen van 3 display-media.

Eigenschap	Gas-ontladingen	Lichtgevende diodes	Vloeibare kristallen
Display	actief	actief	passief
Medium	edelgas	halfgeleider	vloeistof
Kleur	oranje-rood	rood, groen	wit
Opbouwtijd	5 μs	100 ns	20 ms
Spanning	170 V	5 V	20 V
Stroom/cijfer	0,2 mA	35 mA	1 μA
Dissipatie/cijfer	35 mW	175 mW	20 μW
Helderheid	2400 cd/m^2	2400 cd/m^2	—
Duty-cycle	1 : 25	1 : 6	1 : 1
Cijferhoogte	7 mm	3 mm	7 mm
Levensduur (uur)	$\gg$ 10 000	$\gg$ 10 000	$\geq$ 10 000

De cijferhoogte van lichtgevende diode-displays wordt door de hoge energiedissipatie in de praktijk beperkt tot 3 à 6 mm. Voor gasontladingen en vloeibare kristallen is een cijferhoogte van 7 mm als vergelijkingswaarde in de tabel opgenomen, maar deze hoogte kan zonder problemen groter worden gekozen.

De ontwikkeling van vloeibare-kristallen-displays is nog zeer recent. Levensduurproeven met wisselspanningssturing staan op het ogenblik 10 000 uur in; hierbij zijn nog geen verschijnselen opgetreden die een mogelijk einde van de levensduur aankondigen.

Literatuur

[1] Van Houten, S.: 'De Ingenieur', 1971, nr. 11, blz. ET 40.
[2] De Boer, Th. J.: 9th Nat. Symp. on Information Display, Los Angeles, May 1968, p. 193.
[3] Bergh, A. A. and Dean, P. J.: Proc. IEEE, **60**, Febr. 1972, p. 156.
[4] Stepke, E.: Electro-Optical Syst. Design, **4**, Febr. 1972, p. 20.

Korte technische berichten

Dynamisch MOST-geheugen van 4096 bits

Het streven van de halfgeleiderindustrie om een belangrijk aandeel te verkrijgen in de markt voor centrale computergeheugens heeft geleid tot de ontwikkeling van dynamische geheugens, welke op grond van hun structuur een hoge bitdichtheid bezitten bij een lage kostprijs per bit.

In de beschikbare geheugens van deze soort worden 3-MOS-transistors-per-bit toegepast, waarbij de parasitaire capaciteit van één der transistors fungeert als het eigenlijke geheugenelement. Deze geheugens kunnen ongeveer 1000 bits bergen. Het oppervlak per bit (circa 3500 μm^2) is echter te groot, en de kostprijs per bit derhalve te hoog, om over het gehele toepassingsgebied met kernengeheugens te kunnen wedijveren.

In het Philips-laboratorium werd in 1971 begonnen met een onderzoek aan een geheugen van 1-MOST-per-bit.[1]) Dit type geheugen bezit een extreem hoge pakkingsdichtheid. De uitkomsten van het onderzoek kunnen in de toekomst leiden tot het vervaardigen van dynamische MOST-geheugens met een veel grotere geheugencapaciteit, dan die bij de huidige typen. Het in onderzoek genomen 4096-bit-geheugen kan in een 18-pens dual-in-line (DIL) omhulling worden ondergebracht, die een afmeting van circa 3 × 10 cm^2 bezit.

De informatie wordt bij het 1-MOST-per-bit geheugen als elektrische lading opgeslagen in een kleine condensator, die in feite de enigszins vergrote draincapaciteit is van een MOS-transistor. Door via een MOS-schakelaar de condensator aan te sluiten op de 'sense/digit'-lijn, ontstaat op deze lijn een spanningsverandering, waaruit men kan besluiten of op de condensator wel of geen lading aanwezig is. Om tot een maximale bitdichtheid te geraken, streeft men er naar, de afmetingen van de opslagcondensatoren zo klein mogelijk te maken. Kleine condensatoren kunnen echter in combinatie met de parasitaire capaciteit van de sense/digit-lijn slechts kleine spanningsvariaties teweegbrengen. Hoe gevoeliger de schakeling is die deze spanningsvariaties moet detecteren, hoe groter de bitdichtheid kan zijn.

Door het toepassen van een kanaal met p-doping en een Si-gate in MOS-technologie met LOCOS (Locale Oxidatie van Silicium) wordt voor alle onderdelen een zeer grote pakkingsdichtheid bereikt. Het bitoppervlak kan worden beperkt tot slechts 825 μm^2, hetgeen overeenkomt met 1200 bits per mm^2.

In het proefmodel bedroeg de houdtijd voor de informatie in de geheugencel tenminste 5 ms bij een werktemperatuur van 75 °C.

Voor de werking van dynamische geheugens zijn een aantal verschillende kloksignalen vereist (hier drie) die dienen om de operaties, die tijdens een bewerkingscyclus plaatsvinden, in de juiste volgorde te doen verlopen. Voert men deze kloksignalen via aparte leidingen van buiten af toe, dan ontstaat het bezwaar dat de kloksignalen, die zich waaiervormig door de schakeling verspreiden, de diverse schakelpunten met onderling verschillende vertragingstijden bereiken. De grootste vertragingstijd bepaalt dan de systeemcyclustijd. Bij het onderzochte IC-geheugen is gekozen voor interne kloksignalen, die op het kristalplaatje zelf worden gegenereerd en die worden afgeleid van een van buitenaf toegevoerd kloksignaal. De systeemcyclustijd valt daardoor korter uit. Bovendien kan men deze methode op het aantal aansluitpunten per 'chip' besparen.

Uit proefnemingen is gebleken, dat een systeemcyclustijd van 400 ns kan worden bereikt, waarbij de access-tijd voor het verkrijgen van het uitgangssignaal 300 ns bedraagt.

De totale dissipatie bij actief gebruik van het geheugen kon zeer recentelijk worden teruggebracht tot 150 mW. Als alleen de opgeslagen lading voor de ingeschreven informatie op peil moet worden gehouden, is de dissipatie slechts 1,5 mW.

[1]) MOST = metal oxid semiconductor transistor.

Overeenkomst voor de TAT 6, een nieuwe transatlantische zeekabel

Op 4 november 1972 werd tussen enkele Amerikaanse telefoon- en telegraafmaatschappijen en 16 Europese telefoonadministraties in principe overeengekomen, vóór 1976 een zesde transatlantische zeekabel te leggen, de TAT 6. Het overleg vond plaats in Durango (Verenigde Staten).

De TAT 6 zal een capaciteit krijgen van 4000 telefooncircuits, waardoor deze qua circuits meer dan een verdubbeling gaat toevoegen aan de totale capaciteit van alle huidige TAT-kabels tezamen. De kabel zal komen te liggen tussen Green Hill (Rhode Island) en St. Hilaire de Riez (Franse westkust). De totale kosten van de kabel zijn geraamd op meer dan 450 miljoen gulden. De kabel zal tot stand komen door een gemeenschappelijke inspanning van Amerikaanse, Engelse en Franse bedrijven.

Op grond van verkeersvoorspellingen worden aan Nederland 160 circuits toegewezen, waarvan 96 voor telefoonverkeer, 16 voor telegraafverkeer en 49 voor algemene reserve. Momenteel beschikt Nederland over 55 circuits naar de Verenigde Staten, waarvan er 20 lopen via een communicatiesatelliet.

De formele ondertekening van de overeenkomst door de belanghebbende instanties zal spoedig plaatsvinden. Hierdoor zullen voor de eerste maal een aantal kleine landen, waaronder Nederland, mede-eigenaar worden van een transatlantische kabelverbinding. De door Nederland gekochte circuits zullen tussen 1976 en 1980 geleidelijk in dienst komen.

Grondstation voor inzet in rampgebieden

Op 27 oktober 1972 werd tussen de Internationale Telecommunicatie Unie (Verenigde Naties) en de gezamenlijke contractanten 'Technology Resources' (Parijs en Bern) en Nippon Electric Co. (Tokio) een overeenkomst getekend betreffende het opstellen van een gedetailleerd lastenboek voor het ontwerpen van een grondstation voor satellietcommunicatie, dat door de lucht getransporteerd moet kunnen worden. Het station is bedoeld om ingezet te kunnen worden voor hulp- en hersteldiensten in rampgebieden. De studie wordt bekostigd vanuit het ontwikkelingsfonds van de Verenigde Naties. Het totale pakket aan communicatiemiddelen omvat mogelijkheden voor korte-afstand verbindingen (walkie-talkie) en voor verbindingen voor het overbruggen van middelgrote en zeer grote afstanden op aarde.

Het grondstation moet de mogelijkheid bezitten om een verbinding tussen een rampgebied en bestaande communicatiecentra te onderhouden via een geostationaire satelliet. Afmetingen, gewicht en vorm moeten zodanig zijn, dat snel vervoer per passagiersstraalvliegtuig mogelijk is.

De aanvankelijke capaciteit moet twee spraakkanalen en twee verreschrijfkanalen omvatten, met een mogelijkheid voor uitbreiding tot vijf spraakkanalen.

Varia

Aan de lezers

Vijf jaren geleden werd door de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en door het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap besloten, een gemeenschappelijke publikatie te verzorgen welke maandelijks in 'De Ingenieur' kon verschijnen. Deze publikatie zou een weergave moeten zijn van wat in ons land in de door beide organisaties bestreken gebieden aan nieuwe ontwikkelingen leeft.

Door een nieuwe koers, die men in het komende jaar bij het weekblad 'De Ingenieur' gaat volgen, is het niet meer mogelijk regelmatig onder vaste rubrieken vakgerichte artikelen in dit tijdschrift te doen verschijnen. Dit nummer is daarom het laatste voor wat betreft de publikatie Elektronica en Telecommunicatie. De belanghebbende organisaties hebben zich erop bezonnen, op welke andere wijze opnieuw gestalte kan worden gegeven aan een vakgericht publikatiemedium, dat zich bij een aanvaardbare abonnementsprijs in de belangstelling mag verheugen van gezaghebbende auteurs en lezers in Nederland uit ons vakgebied. Besloten is nu, om – uitgaande van een initiatief dat door de Commissie van Toezicht op 'De Ingenieur' werd genomen – in 1973 een Engelstalig tijdschrift in het leven te roepen voor het gehele vakgebied der elektrotechniek. Als titel suggereren we 'Electrical and Electronics Engineering in The Netherlands'. De ondersteunende organisaties voor de redactie van dit tijdschrift zullen zijn de Afdeling der Elektrotechniek van het KIvI, en het NERG.

Daarnaast worden zowel bij het KIvI als bij het NERG elk afzonderlijk plannen uitgewerkt om naar behoefte de tekst van goede artikelen, die in de Nederlandse taal gesteld zijn, in eigen kring te verspreiden.

Door deze ontwikkelingen is de taak van de huidige redactiecommissie Elektronica en Telecommunicatie tot een einde gekomen. De door haar verzorgde publikatie, die één lustrum heeft beleefd, had in een aantal opzichten een overbruggende functie. Ze legde een band tussen auteurs en lezers. Ze verbond een tweetal vooraanstaande verenigingen op ons vakgebied in Nederland. In het geheel van zoals het vroeger was en zoals straks de Engelstalige publikatie gaat worden, blijft Elektronica en Telecommunicatie een onmisbare schakel tussen verleden en toekomst.

Wij spreken de wens uit dat onze lezers die betrokken waren bij Elektronica en Telecommunicatie even geïnteresseerd mogen zijn in het komende Engelstalige tijdschrift. Het forum, waarvoor de komende auteurs zullen schrijven, heeft Europese en wellicht mondiale afmetingen. Een uitdaging, die men niet moet misverstaan!

De leden van de redactiecommissie.

Dankwoord aan de redactiecommissie van 'E en T'

Als gevolg van de wijzigingen in het publikatiebeleid van het KIvI houdt de maandelijkse publikatie 'Elektronica en Telecommunicatie' – gemeenschappelijk orgaan van het NERG en de Sectie voor Telecommunicatietechniek – op te bestaan. De redactiecommissie treedt af per 31 december 1972.

Ondanks goede verwachtingen voor de toekomst der nieuwe tijdschriften is het met een gevoel van weemoed dat wij ons katern 'E en T' thans zien verdwijnen. Als landelijk orgaan heeft 'E en T' ten zeerste voldaan aan de behoefte van de Sectie en het NERG.

In hoge mate is dit te danken geweest aan de goede zorgen van de redactiecommissie. De aandacht, besteed aan acquisitie van artikelen, maar ook aan correctiewerk en aan overleg met auteurs, de zorg bij de redactiestaf van 'De Ingenieur' voor een aantrekkelijke indeling, voor uniformiteit in figuren, symbolen, formules, enz, enz., heeft door de jaren heen geresulteerd in een zéér verzorgd orgaan.

De tijd en inspanning die de redacteuren aan dit werk gegeven hebben kan nauwelijks worden overschat; zij verdienen hiervoor de waardering van alle lezers. Daarom wordt op deze plaats de hartelijke dank uitgesproken, namens leden en besturen van Sectie en NERG, aan de redactie van 'E en T'. Vanzelfsprekend geldt dit dankwoord niet alleen de huidige redactiecommissie en haar voorzitter, maar allen die sinds de oprichting van 'E en T' in het redactiewerk een aandeel hebben gehad.

November 1972,

prof. dr. ir. J. Davidse,
voorzitter NERG

ir. D. A. Alberts,
voorzitter Sectie voor
Telecommunicatietechniek

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam.
Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam.
Secretariaat van de Examencommissie-NERG: von Geusaustraat 151, Voorburg.

Ir. J. Vermeulen lector aan de T.H. Twente

Bij K.B. van 16 oktober jl. is ir. J. Vermeulen benoemd tot gewoon lector in de Afdeling der Elektrotechniek van de T.H. Twente, om onderwijs te geven in de communicatietechniek.

De heer Vermeulen was van 1950-1951 werkzaam bij de Nederlandse Standard Electric Mij. Van 1953 tot 1964 was hij verbonden aan het laboratorium voor elektronische ontwikkelingen voor de krijgsmacht te Oegstgeest waar zij zich bezig hield met ontwikkeling van en onderzoekingen aan geavanceerde radiocommunicatie- en radarsystemen. Sedert 1964 is ir. Vermeulen als wetenschappelijk hoofdmedewerker in dienst van de Afdeling Elektrotechniek der T.H. Twente.

Ledenmutaties

Nieuw lid
Ir. P. L. van Leeuwen, Oude Delft 25, Delft.

Nieuwe adressen van leden:
Ir. S. M. Gresnigt, Oude Kerkstraat 1 B, Utrecht.
Ir. E. G. F. M. Ivens, Waalderweg 20, Mariënvelde.
Ir. L. P. Ligthart, Steenbergen 45, Teteringen.
M. van Sliedregt, Bachplein 23, Berkel.

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Jaargang 37, nr. 12 blz. ET 145 - 152

den haag, december 1972

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Administratie: Postbus 39, Leidschendam
Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG,
Leidschendam.

Het Genootschap

stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

BESTUUR

Prof. Dr. Ir. J. Davidse, voorzitter
Ir. F. de Jager, vice-voorzitter
Ir. C. van Schooneveld, secretaris
Ir. A. J. Leenhouts, penningmeester
Ir. L. R. Bourgonjon
Prof. Dr. Ir. J. J. Geluk
Prof. Dr. H. Groendijk
Prof. Ir. C. A. Muller
Ir. G. L. Reijns

LIDMAATSCHAP

Voor opgave lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat - behoudens ballotage - open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt.
De contributie bedraagt *f* 35,— per jaar. Voor leden die tevens lid zijn van het KIvI wordt dit bedrag met *f* 6,— verminderd.
Studenten kunnen bij gevorderde studie in aanmerking komen voor een juniorlidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie voor gewone leden.

De publikaties

verschijnen als gemeenschappelijke uitgave van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Sectie voor Telecommunicatietechniek en het Genootschap.

REGELING

De leden van het NERG, die niet tevens lid zijn van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, ontvangen maandelijks een exemplaar van de katern Elektronica en Telecommunicatie uit „De Ingenieur" in NERG-omslag.
De leden van het NERG, die wel lid zijn van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, vinden de katern Elektronica en Telecommunicatie in „De Ingenieur" die zij ontvangen.

ABONNEMENTEN

De abonnementsprijs voor de afleveringen Elektronica en Telecommunicatie in NERG-omslag bedraagt *f* 20,— per jaar.
De leden van het NERG, tevens lid van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, die alsnog in het bezit willen komen van de afzonderlijke katerns Elektronica en Telecommunicatie in NERG-omslag, kunnen zich op deze uitgave abonneren tegen het gereduceerde tarief van *f* 12,— per jaar.

De examens

door het Genootschap ingesteld en afgenomen zijn: Elektronicatechnicus en Elektronicamonteur.

EXAMENCOMMISSIE

Ir. J. H. Geels, voorzitter
Ir. F. F. Th. van Odenhoven, vice-voorzitter
Ir. L. R. M. Vos de Wael, secretaris-penningmeester

DEELNAME EN INLICHTINGEN

Men wende zich hiervoor tot het secretariaat van de Examencommissie-NERG, von Geusaustraat 151, Voorburg, telefoon (070) 83 42 49, giro 6322 te Voorburg.